



TUGAS AKHIR - SF 141501

**OPTIMASI PERSEBARAN SUHU DAN KELEMBABAN
PADA IKLIM MIKRO *GREENHOUSE* UNTUK
PERTUMBUHAN TANAMAN**

Vinda Zakiyatuz Zulfa
NRP 1113 100 106

Dosen Pembimbing I
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.

Dosen Pembimbing II
Diky Anggoro M.Si.

Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR - SF141501

**OPTIMASI PERSEBARAN SUHU DAN KELEMBABAN
PADA IKLIM MIKRO *GREENHOUSE* UNTUK
PERTUMBUHAN TANAMAN**

**Vinda Zakiyatuz Zulfa
NRP 1113100106**

**Dosen Pembimbing I
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.**

**Dosen Pembimbing II
Diky Anggoro M.Si.**

**Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - SF141501

**OPTIMIZATION TEMPERATURE AND HUMIDITY
DISTRIBUTION IN MICRO CLIMATE GREENHOUSE
FOR PLANT GROWTH**

**Vinda Zakiyatuz Zulfa
NRP 1113100106**

**Supervisor I
Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.**

**Supervisor II
Diky Anggoro M.Si.**

**Physics Department
Faculty of Mathematics and Natural Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI PERSEBARAN SUHU DAN KELEMBABAN
PADA IKLIM MIKRO *GREENHOUSE* UNTUK
PERTUMBUHAN TANAMAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Instrumentasi
Program Studi S-1 Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :
Vinda Zakiyatuz Zulfa
1113 100 106

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.

(.....)

Diky Anggoro, M.Si.

(.....)

SURABAYA, JANUARI 2017



OPTIMASI PERSEBARAN SUHU DAN KELEMBABAN PADA IKLIM MIKRO *GREENHOUSE* UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN

Nama : Vinda Zakiyatuz Zulfa
NRP : 1113 100 106
Departemen : Fisika, FMIPA – ITS
Pembimbing 1 : Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.
Pembimbing 2 : Diky Anggoro, M.Si.

Abstrak

Otomasi suhu dan kelembaban di dalam greenhouse bertujuan untuk memaksimalkan iklim mikro untuk pertumbuhan tanaman. Otomasi dilakukan dengan menambahkan sprayer dan fan yang terhubung ke sensor pengukur suhu dan kelembaban tanah serta udara. Pada penelitian ini digunakan sensor suhu dan kelembaban udara DHT11, sensor suhu tanah DS18B20, dan sensor kelembaban tanah soil moisture. Sensor dihubungkan ke mikrokontroler Arduino (ATMega328) untuk melakukan perintah ke sprayer dan fan. Sebelum merancang sistem otomasi, dilakukan analisa terhadap jangkauan fan dan sprayer yang digunakan. Dari analisa yang dilakukan kemudian area greenhouse dibagi menjadi 12 line pengukuran. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa suhu udara naik dan kelembaban udara turun pada jam 07.00 dan suhu turun, kelembaban naik pada jam 17.00. Suhu tanah naik dan kelembaban tanah turun saat jam 11.00 sedangkan suhu tanah turun, kelembaban naik pada jam 21.00. Sebelum otomasi persebaran iklim mikro greenhouse tidak merata pada setiap titik dan setiap waktu, sedangkan setelah otomasi persebaran menjadi rata. Optimasi dapat dilakukan pada iklim mikro greenhouse untuk pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Kata kunci: *Greenhouse, Iklim Mikro, Optimasi, Otomasi*

OPTIMIZATION TEMPERATURE AND HUMIDITY DISTRIBUTION IN MICRO CLIMATE GREENHOUSE FOR PLANT GROWTH

Author : Vinda Zakiyatuz Zulfa
Student Identity : 1113 100 106
Department : Physics, Faculty of Mathematics
and Natural Sciences -ITS
Supervisor I : Dr. Melania Suweni Muntini, M.T.
Supervisor II : Diky Anggoro, M.Si.

Abstract

Automation Temperature and humidity in the greenhouse hearts aims to review maximize microclimate for plant growth review. Automation conducted with adding sprayer and fans that connected sensor temperature gauge sensor and air as well as the soil moisture. On this research singer used sensor DHT11 air temperature and humidity, soil temperature sensor DS18B20, soil moisture and soil moisture sensor. All sensors connected to arduino microcontroller (ATmega328) to review conduct Commands To sprayer and fans. Before designing Systems automation, Conducted analysis of the range of fan and sprayer that used. The analysis is done later from the greenhouse area is divided to 12 lines Measurement. The study was conducted based has conclusions that air temperature rise and air humidity down in 07.00 and temperature, humidity up at 17:00. Soil temperature rise and soil moisture down at 11.00 while soil temperature down, humidity up at 21.00. Before automation distribution of greenhouse microclimate not in any evenly point and every time, while the taxable income distribution automation being average. Optimization can be done on microclimate for plant growth in greenhouses review better.

Keywords: *Automation, Greenhouse, Micro Climate, Optimization*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Departemen Fisika FMIPA ITS dengan judul:

Optimasi Persebaran Suhu dan Kelembaban Pada Iklim Mikro *Greenhouse* Untuk Pertumbuhan Tanaman

Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu.
2. Orang tua, Ibu Munawaroh dan Ayah Wahono Arif serta keluarga tercinta yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan moral dan spiritual terhadap keberhasilan penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Melania Suweni Muntini, M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa memantau dan memberikan bimbingan demi kelancaran tugas akhir ini.
4. Bapak Diky Anggoro, M.Si. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan bimbingan, wawasan, pemantauan, dan

motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas Akhir ini dengan lancar.

5. Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng. dan Dr.rer.nat Eko Minarto selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA ITS.
6. Iim Fatima, M.Si. selaku dosen penguji serta dosen satu tim *greenhouse* yang senantiasa memberikan masukan untuk kelancaran Tugas Akhir ini.
7. Seluruh Staf Pengajar di Jurusan Fisika ITS. Kepala Laboratorium Instrumentasi, Kepala Laboratorium Instrumentasi, dan juga segenap staf laboran disana yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Dikti yang telah memberikan beasiswa bidik misi kepada penulis selama menyelesaikan pendidikan S-1 Fisika ITS.
9. Sahabat seperjuangan *greenhouse* yaitu M.Bobby Eldion yang senantiasa membantu dalam penyelesaian pembuatan maupun penulisan Tugas Akhir ini.
10. Teman satu tim *greenhouse* Viona Hazar Brilliant dan Mas Rizky (Eki) serta Febri dari jurusan elektro yang senantiasa membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Segenap teman-teman Fisika 2013 yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

12. Teman-Teman Laboratorium Instrumentasi yang senantiasa membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
13. Sahabat seperjuangan Nisrina Ikbar Rahmawati yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Muhammad Rofik yang senantiasa memberikan dukungan, motivasi, serta bantuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
15. Semua pihak yang turut membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir kali ini yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu.

Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta memberikan inspirasi bagi pembaca untuk perkembangan lebih lanjut.

Surabaya, 25 Januari 2017

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Suhu dan Kelembapan	5
2.2 Suhu dan tanaman	6
2.3 Greenhouse	8
2.3.1 Suhu dan kelembaban udara dalam <i>Greenhouse</i>	10
2.3.2 Suhu dan Kelembaban tanah dalam <i>Greenhouse</i>	11
2.4 Perpindahan panas didalam <i>Greenhouse</i>	11
2.5 Sensor DHT11	13

2.6 Sensor DS18B20.....	14
2.7 Soil Moisture.....	15
2.8 Mikrokontroler Arduino.....	16
BAB II METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Alat dan Bahan.....	18
3.2 Langkah kerja	18
3.2.1 Analisa Penempatan Modul Sensor dan Aktuator	18
3.2.2 Perancangan node sensor dan mikrokontroler.....	20
3.2.3 Pengukuran Suhu dan Kelembaban udara dan tanah sebelum otomasi	23
3.2.4 Pengukuran suhu dan kelembaban udara dan tanah setelah otomasi	24
3.2.5 Pengolahan Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Analisa Suhu dan kelembaban udara didalam greenhouse sebelum otomasi	29
4.2 Analisa suhu dan kelembaban tanah didalam greenhouse sebelum otomasi	33
4.3 Grafik Suhu dan Kelembaban udara setelah otomasi	35
4.4 Analisa Suhu dan Kelembaban Tanah Setelah Otomasi ...	37
4.5 Analisa Persebaran Suhu dan Kelembaban Sebelum dan Setelah Otomasi	39
BAB V KESIMPULAN.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	49
BIODATA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik suhu terhadap pertumbuhan tanaman...	7
Gambar 2. 2 Arus radiasi surya didalam <i>greenhouse</i>	8
Gambar 2. 3 <i>Greenhouse</i> untuk budidaya tanaman	10
Gambar 2. 4 Sensor Kelembapan dan Suhu DHT11	14
Gambar 2. 5 Sensor Suhu Tanah DS18B20	15
Gambar 2. 6 Sensor <i>Soil Moisture</i>	15
Gambar 2. 7 Mikrokontroler	16
Gambar 3. 1 Pembagian area sensor pada <i>greenhouse</i>	19
Gambar 3. 2 Rangkaian Sensor	20
Gambar 3. 3 Rangkaian mikrokontroler.....	21
Gambar 3. 4 Rangkaian sensor.....	21
Gambar 3. 5 Rangkaian sensor di dalam box	22
Gambar 3. 6 Rangkaian mikrokontroler didalam box	22
Gambar 3. 7 Peletakkan sensor pada pengukuran.....	24
Gambar 3. 8 Peletakan kipas dilihat dari sisi kanan.....	25
Gambar 3. 9 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 4. 1 Grafik hubungan suhu dengan waktu.....	30
Gambar 4. 2 Grafik hubungan kelembaban udara dengan waktu	32
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Suhu Tanah dan Waktu	33
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan waktu dengan kelembaban tanah.....	34
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan waktu dengan suhu udara setelah otomasi	35
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Kelembaban udara dan waktu ...	36
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Suhu Tanah terhadap Waktu	37
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Kelembaban Tanah terhadap Waktu.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 2 Perbandingan Standar Deviasi Suhu Udara Sebelum dan Sesudah Otomasi.....	39
Tabel 4. 3 Perbandingan Standar Deviasi Kelembaban Udara Sebelum dan Sesudah Otomasi.....	40
Tabel 4. 4 Perbandingan Standar Deviasi Suhu Tanah Sebelum dan Sesudah Otomasi	41
Tabel 4. 5 Perbandingan Standar Deviasi Kelembaban Tanah Sebelum dan Sesudah Otomasi	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi.....	49
Lampiran B Sistem Otomasi <i>Greenhouse</i>	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia merupakan salah satu negara agraris, karena mayoritas penduduk Indonesia bekerja di sektor pertanian. Pertanian mempunyai peranan penting untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin tahun semakin meningkat. Tetapi ketersediaan lahan yang terbatas dan tidak tersedianya produk pertanian sepanjang waktu membuat persediaan produk pertanian tidak dapat memenuhi kebutuhan penduduk. Selain itu, produk pertanian lokal memiliki kualitas dibawah standar industri pangan. Sehingga diperlukan impor produk pertanian untuk memenuhi kebutuhan penduduk (Munir, 2010).

Berbagai teknologi modern dibidang pertanian dikembangkan untuk menunjang kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat salah satunya adalah *greenhouse*. Didalam *greenhouse* petani dapat menanam suatu jenis tanaman hortikultura tanpa kenal musim(jaringan sensor terdistribusi *greenhouse*,2012). *Greenhouse* adalah tempat yang tepat untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman pangan, tanaman buahan, dan tanaman hortikultura. Selain itu adanya *greenhouse* dapat mencegah hama dan penyakit yang sering dialami oleh tanaman. Hal ini sangat berbeda dengan keadaan tanaman yang berada di luar *greenhouse*. Tanaman yang dibudidaya tanpa perlindungan, akan mudah terserang penyakit dan hama (Telaumbanua, Purwantana, & Lilik, 2014).

Di Indonesia sendiri *greenhouse* telah dikembangkan berbagai kalangan seperti mahasiswa, peneliti, pengusaha dan praktisi dibidang pertanian untuk penelitian percobaan budidaya,

percobaan pemupukan, percobaan ketahanan hama maupun penyakit, percobaan kultur jaringan, percobaan persilangan atau pemuliaan, percobaan hidroponik dan percobaan penanaman tanaman diluar musim (Diansari, 2008).

Penelitian-penelitian tentang *greenhouse* telah beberapa kali dilakukan, antara lain penelitian yang dilakukan oleh isnaen pada tahun 2010 mengenai otomasi *greenhouse* dan otomasi suhu untuk peningkatan produktivitas jamur merang. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor kelembapan lingkungan dan sensor suhu lingkungan. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Suhardiyanto dkk pada tahun 2012 tentang aplikasi PLC untuk budidaya krisan sistem hidroponik. Dalam penelitian ini sensor yang digunakan adalah sensor suhu, RH, dan nutrisi (Telaumbanua, Purwantana, & Lilik, 2014).

Di Institut Teknologi Sepuluh Nopember juga telah dikembangkan *greenhouse* yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap sayur dan buah-buahan tanpa kenal musim, dan juga untuk penelitian mahasiswa maupun wisata edukasi masyarakat sekitar. Akan tetapi, produk pangan yang dihasilkan tidak optimal, karena *greeonhouse* yang dibangun di Institut Teknologi Sepuluh Nopember belum menerapkan otomasi, dan pemberian air masih dilakukan dengan cara tradisional tanpa memperhatikan suhu tanah maupun udara.

Pada penelitian ini, dilakukan optimasi persebaran suhu dan kelembaban pada iklim mikro *greenhouse* untuk pertumbuhan tanaman

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas, permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengukur suhu dan kelembapan udara pada *greenhouse* ?
2. Bagaimana menganalisa suhu dan kelembapan sebelum serta sesudah optimasi?
3. Bagaimana cara optimasi iklim mikro pada *greenhouse*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengukur suhu dan kelembapan di tanah dan diudara pada *greenhouse*
2. Menganalisa persebaran suhu sebelum dan sesudah otomasi
3. Mengoptimalkan iklim mikro *greenhouse* untuk pertumbuhan tanaman

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sensor yang digunakan adalah DHT11, DS18B20, dan Soil Moisture
2. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega328
3. Ukuran *greenhouse* adalah 16x6 meter
4. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah otomasi
5. Parameter yang diukur adalah suhu dan kelembapan udara dan tanah
6. Pengukuran dilakukan disekitar tanaman dengan ketinggian kurang lebih 10 cm
7. *Greenhouse* yang digunakan untuk pengukuran kurang standar, karena terdapat kebocoran dibeberapa sisi.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dihasilkannya *greenhouse* dengan hasil iklim mikro yang optimal dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman yang ditanam.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bab I – Pendahuluan, berisi uraian mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan penelitian.
2. Bab II– Tinjauan Pustaka, berisi uraian mengenai teori yang mendukung analisis.
3. Bab III – Metodologi Penelitian, berisi waktu dan tempat penelitian, data penelitian, alat yang digunakan dalam penelitian, serta uraian mengenai metode-metode dan tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian.
4. Bab IV – Analisa Data dan Pembahasan, menjelaskan tentang hal-hal yang didapat selama penelitian, hal ini berkaitan dengan otomasi di dalam *greenhouse* sehingga dapat mengoptimalkan iklim mikronya faktor-faktor yang mempengaruhi iklim mikro *greenhouse*.
5. Bab V– Penutup, berisi uraian mengenai simpulan dari hasil analisa data dan pembahasan serta saran-saran untuk mendukung hasil penelitian.
6. Lampiran, berisi data – data yang digunakan dalam penelitian beserta beberapa gambar yang menunjang penelitian ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Suhu dan Kelembapan

Suhu adalah ukuran relatifitas dari kondisi setimbang yang dimiliki oleh benda, yang artinya bahwa suatu benda bisa berubah kondisi termalnya akibat dari perpindahan kalor dari suhu tinggi ke suhu rendah sehingga dapat tercipta suatu kondisi kesetimbangan termal. Kenaikan yang tidak stabil pada suhu musiman di berbagai wilayah Indonesia sangat kecil, karena Indonesia merupakan negara tropis. Sehingga Indonesia memiliki iklim isothermal. Variasi perbedaan suhu di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat. Suhu maksimum Indonesia menurun sebesar $0,6^{\circ}\text{C}$ untuk setiap kenaikan elevasi setinggi 100 meter, sedangkan suhu minimum menurun $0,5^{\circ}\text{C}$ perkenaikan elevasi 100 meter. Pada bulan Oktober merupakan bulan dengan suhu tertinggi sedangkan terendah adalah pada bulan Agustus (Massinai, Hasanah, & Prodi, 2011).

Kelembapan udara dapat mempengaruhi udara dalam menampung uap air sehingga laju kehilangan air dari tanaman dan tegangan air daun akan berpengaruh. Semakin tinggi suhu udara akan semakin besar kapasitas udara untuk menampung uap air per satuan volume udara (Handoko, 2003).

Kelembapan udara merupakan ukuran kandungan uap air yang ada di udara. Kelembapan udara ini bergantung pada suhu udara yang mempengaruhi penampungan air di udara. Pada daerah tropis yang termasuk daerah lembab, kerapatan uap air akan lebih tinggi daripada daerah dengan temperatur yang relatif kering terutama di musim dingin. Pada musim dingin kapasitas udara untuk menampung air menjadi kecil (Erianto, 2013).

Pada pagi hari, suhu akan lebih rendah dibandingkan dengan suhu saat siang hari. Hal ini berbanding terbalik terhadap kelembapan, dimana pada pagi hari kelembapan akan tinggi dan pada saat siang hari kelembapan rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu dan kelembapan adalah sudut datangnya

sinar matahari, tinggi rendahnya tempat, angin dan arus laut, lama penyinaran, dan awan (Erianto, 2013).

2.2 Suhu dan tanaman

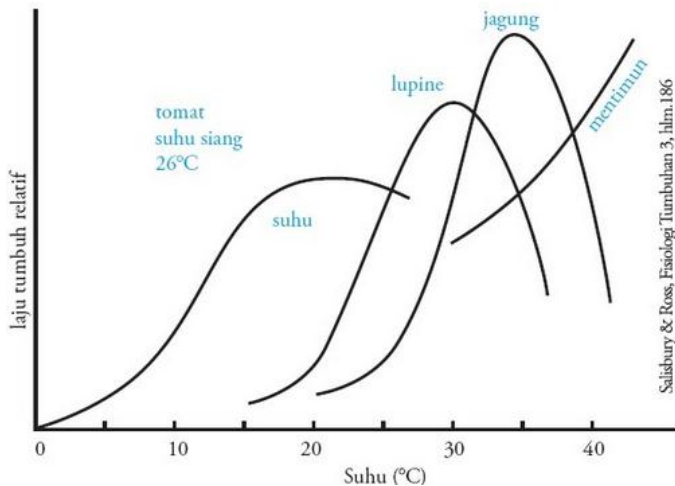
Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah faktor suhu. Produktivitas tanaman akan menurun jika tanaman ditanam di luar iklim sehingga lingkungan dijaga agar tetap berada pada kondisi optimum bagi budidaya tanaman (Syakur et al, 2012). Dari berbagai jenis tanaman memiliki suhu optimum yang berbeda. Tanaman C4 membutuhkan suhu fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan dengan C3. Hal ini berhubungan dengan aktifitas enzim RuDP-karboksilase (C3) dan PEP-karboksilase (C4) yang memiliki suhu optimum berbeda (Dwiati, 2016).

Harjadi (1984) menyatakan tumbuhan dapat tumbuh optimum pada suhu yang berbeda-beda sesuai varietasnya, serta tahap fisiologi perkembangannya. Suhu rendah menguntungkan pada proses pertumbuhan tanaman, suhu sedang menguntungkan bagi proses pemanjangan batang dan perkembangan buah, sedangkan suhu tinggi menguntungkan bagi proses pembungaan (Inayah, 2007).

Enzim yang berperan mengikat CO_2 pada tumbuhan C3 adalah RuBP karboksilase. Jika kadar CO_2 diudara meningkat, maka akan meningkatkan fotosintesis dan menguntungkan bagi tumbuhan. Kelompok tumbuhan C3 adalah kacang tanah, kedelai, kentang, dahlia, krisan, dan sebagian besar pepohonan. Sedangkan untuk C4 dengan kadar CO_2 yang sedikit masih dapat berfotosintesis dengan normal. Contoh tumbuhan C4 adalah padi, jagung, sorgum, tebu, dan alang-alang teki. Tumbuhan CAM antara lain nanas, kaktus, anggrek, lidah buaya, bromelia. beberapa tumbuhan CAM dapat beralih ke jalur C3 bila keadaan lingkungan baik. Misalnya pada beberapa jenis anggrek bersifat CAM pada musim kemarau sedangkan saat penghujan tanaman anggrek berubah menjadi jenis C3. Tumbuhan C3 lebih adaptif pada kondisi kandungan CO_2 di atmosfer tinggi, tumbuhan C4 adaptif di daerah tropis, dan tumbuhan CAM adaptif pada daerah panas dan kering (Dwiati, 2016).

Pada permukaan tanah, suhu udara berfluktuasi dan cenderung turun saat tanaman bertah unurnya, karena tanaman bertambah tinggi sehingga daun semakin besar luasannya, sehingga radiasi yang menuju permukaan tanah terhambat oleh covering dan mengakibatkan penguapan tanah terhambat. Pada kedalaman tanah 15-45 cm, suhu tanah stabil pada kadar lengas yang tinggi. Pertumbuhan tanaman akan semakin baik jika fotosintesis berlangsung dengan baik dan jumlah radiasi gelombang 400-700 nm yang diterima cukup baik, kandungan air dalam tanah baik serta kelembapan udara tinggi (Suwandi, 2003).

Proses metabolisme dalam tanah seperti mineralisasi, respirasi mikroorganisme dan akar serta penyerapan air dan hara oleh akar tanaman dipengaruhi oleh suhu tanah terutama pada proses respirasi. Jika respirasi besar, maka pertumbuhan tanaman akan berkurang (Tamrin, 2005).



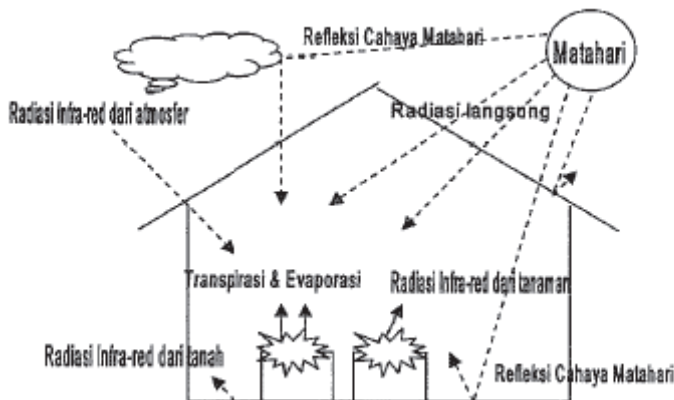
Gambar 2. 1 Grafik suhu terhadap pertumbuhan tanaman
(pertanian.uns.ac.id)

2.3 Greenhouse

Greenhouse adalah sebuah bangunan yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman karena terbuat dari bahan tembus cahaya. Bangunan *greenhouse* yang ideal adalah bangunan yang dapat memaksimalkan iklim mikro didalamnya sehingga pertumbuhan tanaman dapat maksimal (Andhika Sari, 2008).

Kozai (1978) menyatakatakn bahwa iklim mikro didalam *greenhouse* akan berbeda dengan lingkungan luar, disebabkan hal sebagai berikut:

1. Didalam *greenhouse* terjadi pertukaran udara yang mempengaruhi keseimbangan massa dan energi serta temperatur di dalam *greenhouse*.
2. Penutup *greenhouse* dapat merubah radiasi gelombang panjang menjadi radiasi gelombang pendek. Panjang gelombang dengan nilai yang berubah dapat membentuk pantulan radiasi sinar matahari oleh permukaan lantai dan bagian lainnya yang dapat mengakibatkan iklim mikro didalam *greenhouse* berubah (Andhika Sari, 2008).



Gambar 2. 2 Arus radiasi surya didalam *greenhouse*
(Andhika Sari, 2008)

Mastalerz (1997) mengungkapkan bahwa permukaan bangunan dapat memantulkan radiasi matahari yang masuk ke dalam *greenhouse*. Panas yang terjadi didalam *greenhouse* terjadi akibat energi yang diserap oleh tanaman, lantai, dan lain-

lain. Energi yang berlebih akan dilepaskan dalam transpirasi, pemanasan udara didalam *greenhouse* secara konduksi dan konveksi atau dipancarkan sebagai radiasi gelombang panjang. Energi yang dipancarkan sebagai radiasi gelombang panjang terperangkap dalam *greenhouse* dan memanskan udara didalamnya sehingga temperatur udara naik (Andhika Sari, 2008).

Para petani didaerah beriklim sedang, saat cuaca cerah suhu pada *greenhouse* lebih tinggi daripada suhu diluar *greenhouse*. Hal ini dapat terjadi akibat dari sinar matahari yang menembus kaca dipantulkan kembali oleh benda-benda didalam *greenhouse* gelombang panas yang berubah menjadi sinar inframerah. Oleh sebab itu suhu didalam *greenhouse* menjadi naik dan panas yang dihasilkan terperangkap didalam *greenhouse* dan tidak tercampur dengan udara luar. Jadi suhu didalam *greenhouse* lebih tinggi dari pada suhu diluarnya (Prihanto, Suprayitno, & Phil, 1995).

Budidaya tanaman dalam *greenhouse* ini dapat memaksimalkan pertumbuhan tanaman karena *greenhouse* merupakan tempat yang ideal. Terutama untuk tanaman hortikultura (Telaumbanua, Purwantana, & Lilik, 2014). Suhu pada *greenhouse* tidak merata dan dapat dengan mudah dipengaruhi oleh aktuator operasi dan iklim luar yang berfluktuasi. ada 2-3°C perbedaan di kawasan korps rumah kaca menurut pengamatan. Dan perbedaan suhu bahkan dapat mencapai 6-7°C untuk waktu yang singkat ketika pemanas dijalankan. Suhu pada tiap tempat akan memiliki sedikit perubahan dari waktu ke waktu. Namun tidak ada prinsip universal dan teori yang pasti untuk memandu meletakkan sensor karena struktur rumah kaca dan kinerja aktuator yang berbeda satu sama lain (Ling, Hui, & Yuae, 2002).

Pemantauan pada *greenhouse* memiliki peranan yang sangat penting, tetapi hanya untuk meminimalisir pengaruh iklim luar. Informasi lingkungan *greenhouse* yang lebih baik dapat menggunakan teknologi modern sebagai otomasinya (Wei & Cifa, 2010).



Gambar 2. 3 *Greenhouse* untuk budidaya tanaman
(www.harborfreight.com)

2.3.1 Suhu dan kelembaban udara dalam *Greenhouse*

Tanaman sangat tergantung terhadap suhu karena berhubungan dengan pengendalian proses biologinya. Setiap hari suhu didalam *greenhouse* dipertahankan pada batas persyaratan optimum pertumbuhan tanaman agar tanaman bisa tumbuh dengan baik. Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya pindah panas didalam *greenhouse* adalah tingkat radiasi matahari, jumlah panas yang hilang melalui atap, dinding, ventilasi, bahan konstruksi, serta jumlah panas yang diserap melalui proses fotosintesis (Andhika Sari, 2008)

Tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik dan rusak pada suhu ekstrim. Pada suhu sangat rendah, tanaman akan beku sedangkan pada suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan koagulasi protein. Pertumbuhan tanaman yang terhenti pada suhu tinggi akibat dari terganggunya keseimbangan metabolik (Inayah, 2007).

Selain bergantung terhadap suhu udara, tanaman juga bergantung terhadap kelembaban udara. Kelembaban udara adalah kandungan air yang berada di udara pada suhu tertentu. Tanaman diharuskan lembab saat vase berbunga, karena jika suhu terlalu tinggi mengakibatkan bunga akan rontok(Andhika Sari, 2008).

Fotosintesis bergantung pada kelembaban udara yang secara tidak langsung juga mempengaruhi laju transpirasi, penyerapan hara dan air, penyerbukan dan perkembangan hama dan penyakit. Uap air yang berada pada udara panas lebih tinggi dibandingkan dengan udara sejuk, jika uap air konstan maka kelembaban relatif akan rendah pada suhu tinggi dan kelembaban tinggi pada suhu rendah(Briggs & Calvin, 1987).

2.3.2 Suhu dan Kelembaban tanah dalam *Greenhouse*

Untuk pertumbuhan tanaman tanah harus pada kelembaban yang tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi. Apabila kelembaban terlalu tinggi akan mengurangi proses evapotranspirasi dan daya serap akar tanaman untuk mendapatkan hara, sedangkan jika terlalu rendah maka evapotranspirasi akan berjalan sangat cepat sehingga tidak diimbangi dengan pengadaan air oleh akar dan menyebabkan tanaman menjadi layu(Andhika Sari, 2008).

Suhu tanah adalah hasil dari seluruh radiasi antara panjang gelombang dan aliran panas dalam tanah. Faktor-faktor yang mempengaruhi suhu tanah antara lain radiasi matahari, konduksi panas dari atmosfer, kondensasi, penguapan, vegetasi, keterhantaran dan difusivitas panas pada tanah, struktur, tekstur, dan kelembaban tanah(Briggs & Calvin, 1987).

2.4 Perpindahan panas didalam *Greenhouse*

Panas yang masuk ke dalam lingkungan akan dikeluarkan kembali ke lingkungan, hal ini dinamakan perpindahan panas. Di dalam *greenhouse* perpindahan panas terjadi melalui radiasi, konveksi dan konduksi. Perpindahan panas dengan radiasi terjadi pada atap *greenhouse* dengan lingkungan luar dan permukaan

lantai terhadap udara didalam *greenhouse*. Nilai radiasi yang diterima diperoleh dari banyaknya radiasi matahari yang mengenai bangunan dan material *greenhouse*. Perpindahan panas radiasi matahari gelombang pendek yang merupakan radiasi dan refleksinya serta radiasi matahari difusi juga diperhitungkan dan nilainya selalu positif. Perpindahan panas secara radiasi dipancarkan oleh gelombang permukaan *greenhouse*, dari lingkungan sekitar, dari sumber-sumber panas seperti komoditas tanaman dan peralatan.

$$Q = A\sigma (T_1 - T_2)^4 \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

Q = Pindah panas radiasi (W/m)

σ = Konstanta Bolsman Stefan ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^6$)

A=Luas Permukaan (m^2)

T= Suhu ($^{\circ}\text{K}$)

Perpindahan konduksi pada *greenhouse* terjadi pada atap, dinding, dan lantai dengan arah masuk dan keluar bangunan serta konduksi panas dari dan masuk kedalam tanah.

$$Q = \frac{K}{S} (T_1 - T_2) \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Q = Pindah panas konveksi pada material

K = Konduktivitas Termal ($\text{W/m}^{\circ}\text{C}$)

S = Ketebalan Material (m)

T = Suhu material ($^{\circ}\text{C}$ atau $^{\circ}\text{K}$)

Perpindahan panas secara konveksi terjadi akibat aliran udara yang keluar dan masuk ke dalam *greenhouse* melalui bukaan ventilasi. Perpindahan konveksi terjadi pada atap dengan lingkungan luar, atap dengan udara dalam, dan lantai dengan udara dalam.

$$Q = hA\Delta T \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

Q= Pindah panas konveksi (W/m^2)

h= Koefisien konveksi

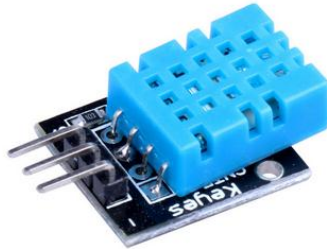
A = Luas permukaan (m^2)
 ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}K$)

2.5 Sensor DHT11

Sensor suhu adalah sensor yang dapat menduga suhu tanaman dan suhu tanah yang dapat mempengaruhi laju proses biokimia. Sensor DHT11 adalah sensor yang tersusun dari elemen polimer kapasitif (yang biasa digunakan untuk mengukur kelembapan), dan sensor suhu. Didalam sensor ini terdapat memori kalibrasi yang berfungsi untuk menyimpan koefisien kalibrasi hasil pengukuran. Data yang dihasilkan dari sensor ini berupa digital logic yang dapat diakses secara serial. DHT11 adalah sensor suhu dan kelembapan yang memiliki kisaran pengukuran 20-90% RH dan $^{\circ}C$. Sensor bekerja pada dua kabel (data dan SCK). Data yang didapatkan berupa data pengukuran suhu lingkungan. Jika sensor membaca suhu rendah maka tegangan pull down yang dialirkan menjadi lebih besar dan tegangannya semakin besar (Amelia, Yendri, & Aiswarya, 2013).

DHT11 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur kelembapan dan suhu udara. Sensor ini terbuat dari komposit dengan sinyal keluaran yang telah dikalibrasi. Dengan menggunakan akuisisi signal digital dan teknologi sensing suhu dan kelembapan, membuat DHT11 memiliki keandalan dan stabilitas jangka panjang (www.droboticsonline.com).

Sensor ini bekerja berdasarkan sensor kapasitif untuk mengukur kelembapan relatif udara. Uap didalam atmosfer akan mengubah permitivitas listrik diudara. Jarak atau ruang antar plat kapasitor dapat diisi dengan isolator dengan konstanta dielektrik yang berubah secara signifikan tergantung kelembapan. Sedangkan untuk mengukur suhu, sensor ini bekerja berdasarkan sensor NTC. Resistansi dari sensor akan naik, jika suhu turun dan sebaliknya (www.droboticsonline.com).



Gambar 2. 4 Sensor Kelembapan dan Suhu DHT11
(www.idiyytool.com)

2.5 Sensor DS18B20

DS18B20 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu tanah dengan kemampuan yang tahan air (waterproof). Keluaran dari sensor ds18b20 ini adalah digital, sehingga tidak mudah berubah terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak jauh. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit data. Sensor ini dapat membaca suhu dalam kisaran -55°C sampai $+125^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (<http://pdf1.alldatasheet.com/>).

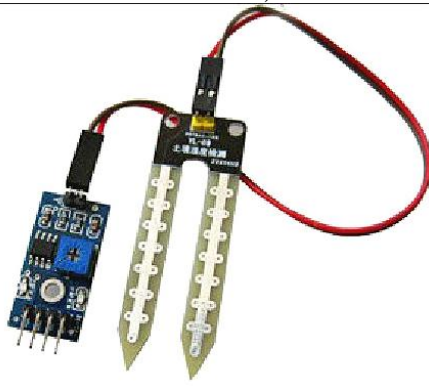
Sensor DS18B20 bekerja memiliki prinsip kerja yang mirip dengan *thermocouple* yaitu terdiri dari dua buah konduktor yang dihubungkan kedua ujungnya. Kedua konduktor memiliki fungsi yang berbeda yaitu salah satu konduktor berfungsi sebagai referensi sedangkan yang lainnya berfungsi untuk mendeteksi panas. Dari perbedaan suhu antar konduktor ini mengakibatkan tegangan listrik. Tegangan listrik yang dihasilkan sebanding dengan suhu. (<http://pdf1.alldatasheet.com/>) .



Gambar 2. 5 Sensor Suhu Tanah DS18B20
(www.geraicerdas.com)

2.6 Soil Moisture

Sensor *soil moisture* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kelembaban pada tanah. Sensor ini bekerja pada rentang pengukuran 0-100% dengan akurasi sebesar $\pm 5\%$ RH. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip sensor kapasitif. Terdapat dua buah plat kapasitor dengan yang dipisah dengan dielektrik. Kelembaban tanah akan mengubah permitivitas dielektrik antar plat kapasitor yang sebanding dengan tegangan yang dihasilkan(www.droboticsonline.com) .



Gambar 2. 6 Sensor *Soil Moisture*
(www.esp8266.com)

2.7 Mikrokontroler Arduino

Mikrokontroler merupakan kontroler dengan teknologi mikroprosesor dan mikrokomputer untuk memenuhi kebutuhan pasar pada teknologi terbaru. Sebagai teknologi baru, yaitu teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil serta dapat diproduksi secara massal membuat harganya menjadi lebih murah. Mikrokontroler merupakan komponen elektronika yang merupakan gabungan dari berbagai piranti tambahan didalam mikrokomputer menjadi satu chip IC (Diansari, 2008).

Mikrokontroler merupakan sebuah piranti yang dapat mengerjakan intruksi-intruksi yang diberikan dari pengukuran sensor. Mikrokontroler merupakan bagian dasar dari sistem komputer, walaupun memiliki bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer. Mikrokontroler dibangun dari elemen dasar yang sama. Sistemnya adalah komputer menghasilkan output berdasarkan perintah dari mikrokontroler terhadap sinyal masukan yang diterima (Melo, 2012).



Gambar 2. 7 Mikrokontroler
(ndoware.com)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah antara lain :

1. 12 Sensor DHT11
2. 12 Sensor DS18B20
3. 12 Sensor *Soil Moisture*
4. 4 Arduino Uno (ATMega138)
5. 4 Arduino Shield
6. 4 Micro SD
7. 50 meter kabel LAN
8. 24 konektor
9. 12 box sensor
10. 4 box kontroler
11. 4 power supply
12. 50 meter kabel power
13. *Jumper*
14. Baut

3.2 Langkah kerja

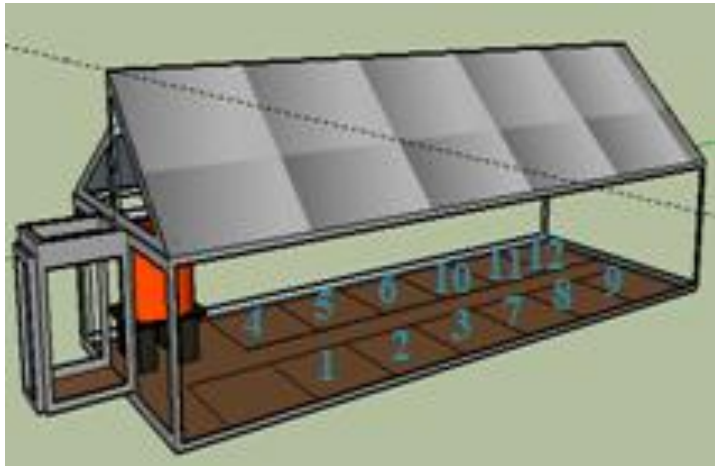
3.2.1 Analisa Penempatan Modul Sensor dan Aktuator

Sebelum perancangan node sensor, terlebih dahulu dilakukan analisa penempatan sensor dan aktuator yang akan digunakan. Langkah pertama adalah menguji jangkauan aktuator *sprayer* dan kipas. *Sprayer* dinyalakan dan diukur luasan siraman yang diberikan. Kemudian dicatat hasil yang diperoleh. Setelah mendapatkan hasil untuk *sprayer*, kemudian kipas dinyalakan dan dihitung jangkauan dari kipas.

Di dalam *greenhouse* terdapat 12 line bagian utara dan 13 line bagian selatan dengan jarak antar line adalah 1 meter. Pada bagian selatan, satu line terdepan tidak digunakan untuk menanam tanaman.

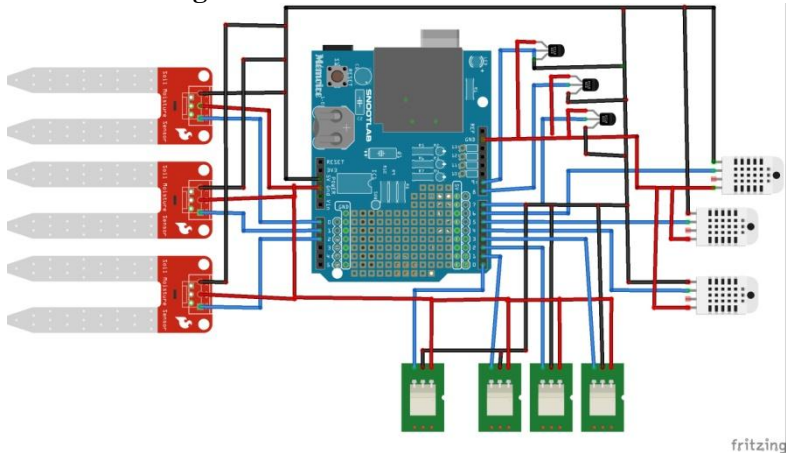
Dari hasil pengukuran, *sprayer* dapat menjangkau luasan dua line tanaman. Sedangkan kipas dapat menjangkau tiga line tanaman dengan syarat kipas diletakkan ditengah line. Sehingga sensor dapat diletakkan diantara dua line tanaman. *Sprayer* diletakkan tepat diatas modul sensor. Sedangkan kipas diletakkan pada setiap 3 line. Jadi terdapat 6 line sensor di bagian utara dan 6 line sensor dibagian selatan. Sehingga dibutuhkan 12 node sensor, 12 aktuator *sprayer* dan 4 aktuator kipas untuk melakukan optimasi

Pembagian line dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. 1 Pembagian area sensor pada greenhouse

3.2.2 Perancangan node sensor dan mikrokontroler

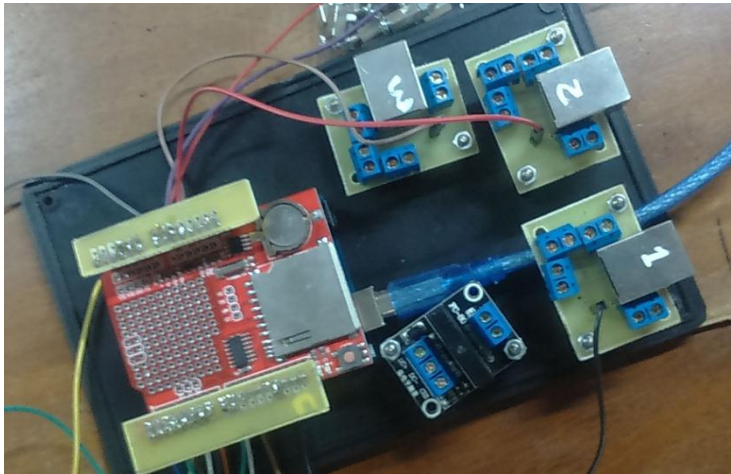


Gambar 3. 2 Rangkaian Sensor

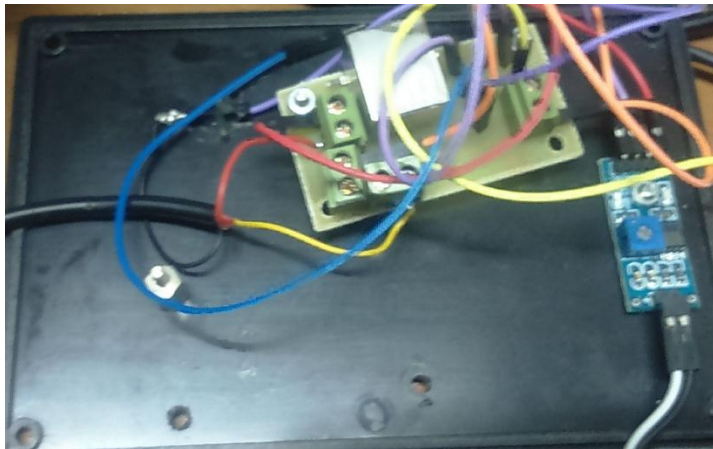
Pada rangkaian ini dibuat 9 sensor dapat tersambung dengan satu mikrokontroler, untuk dapat memperbanyak koneksi, ditambah dengan penggunaan kabel LAN. Sembilan sensor yang terdiri dari tiga sensor dht11, 3 sensor ds18b20 dan tiga sensor *soil moisture* dirangkai dan dihubungkan dengan konektor LAN. Kemudian dirangkai untuk sambungan LAN ke mikrokontroler. Dua rangkaian yaitu mikrokontroler dan sensor diletakkan pada box yang berbeda kemudian dihubungkan dengan kabel LAN.

Rangkaian mikrokontroler dan sensor diletakkan pada box masing-masing kemudian di bor dan dibaut sesuai letaknya. Untuk sensor dht11 diletakkan di bagian atas box, karena digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sedangkan untuk sensor ds18b20 dan *soil moisture* diletakkan diluar box. Setelah selesai dirangkai, rancangan mikrokontroler dihubungkan ke rangkaian sensor.

Berikut ini merupakan skema dari rangkaian mikrokontroler dan sensor:



Gambar 3. 3 Rangkaian mikrokontroler



Gambar 3. 4 Rangkaian sensor



Gambar 3. 5 Rangkaian sensor di dalam box



Gambar 3. 6 Rangkaian mikrokontroler didalam box

3.2.3 Pengukuran Suhu dan Kelembaban udara dan tanah sebelum otomasi

Setelah modul sensor selesai dibuat, kemudian dilakukan pengukuran suhu dan kelembaban didalam *greenhouse*. Pengukuran didalam *greenhouse* dilakukan dengan membagi 12 line. 12 line terletak diantara dua tanaman, dengan jarak antar line adalah 2 meter. 12 line terletak di tengah antara dua tanaman. Dilakukan peletakan sensor ditengah tanaman karena berdasarkan pertimbangan *sprayer* yang digunakan. *Sprayer* dapat menjangkau dua area tanaman, sehingga diletakkan di tengah antara dua tanaman. Selain itu, Saat dilakukan pengambilan data untuk setiap tanaman, perbedaan antara tanaman yang berdekatan sangat kecil.

Sensor diletakkan pada setiap line, jadi terdapat dua belas modul sensor. Sedangkan diantara tiga sensor terdapat satu mikrokontroler yang akan memberikan perintah ke aktuator yang didasarkan pada masukan dari sensor seperti pada gambar 3.8. 12 sensor diletakkan pada ketinggian 12 meter.

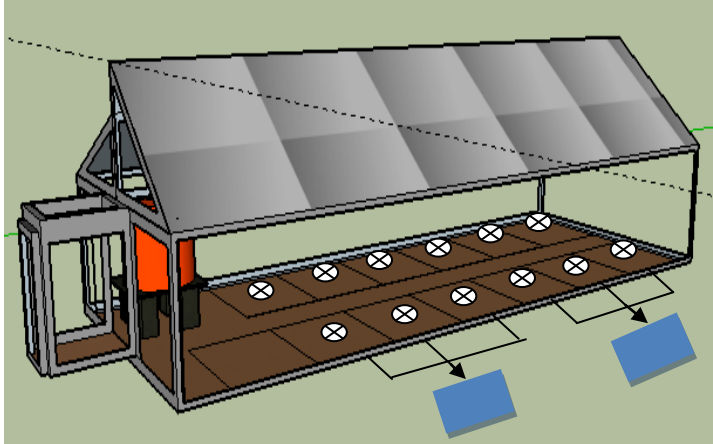
Terdapat empat *power supply* yang digunakan untuk memberikan *power* ke mikrokontroler. Untuk mikrokontroler 1 yang diletakkan pada line 1,2,3, *power supply* diletakkan sejajar dengan line 2 pada ketinggian 1 meter dari tanah. Untuk area 2 yaitu pada line 4,5,6 *power supply* juga diletakkan ditengah area yaitu pada line 5 dengan ketinggian 1 meter. Untuk area 3 dan 4 dilakukan perlakuan yang sama.

Sebelum pengambilan data, dilakukan kalibrasi ds18b20 dan *soil moisture* dengan *soil tester* yang memiliki nilai akurasi lebih tinggi. Pengambilan data dilakukan selama 24 jam untuk mengetahui besarnya perubahan iklim mikro didalam *greenhouse* tanpa perlakuan.

Peletakan sensor dan mikrokontrolernya adalah sebagai berikut:

Pada gambar 3.7 dapat dilihat peletakan modul sensor untuk 12 line. Pada tiap kotak terdapat dua area tanah yang digunakan

untuk menanam tanaman. Area yang berada didepan area 1 tidak dilakukan pengukuran, karena area tersebut tidak digunakan untuk menanam tanaman untuk saat ini.

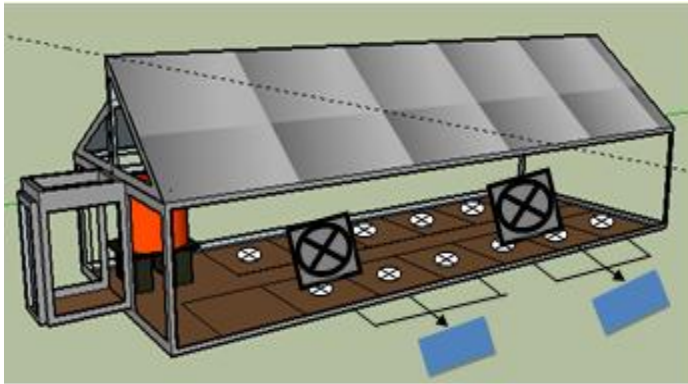


Gambar 3. 7 Peletakkan sensor pada pengukuran

Pada gambar 3.8 dapat dilihat peletakan sensor untuk 12 line dan peletakan mikrokontroler di setiap tiga line. Pada gambar 3.8 kotak biru merupakan mikrokontroler yang digunakan pada pengukuran.

3.2.4 Pengukuran suhu dan kelembaban udara dan tanah setelah otomasi

Setelah dilakukan pengambilan data sebelum otomasi, kemudian merangkai alat ukur dengan aktuator kipas dan *sprayer*. *Sprayer* diletakkan tepat diatas modul sensor yang berada di 12 line. Sedangkan *sprayer* diletakkan pada tiap 3 line seperti pada mikrokontroler.



Gambar 3. 8 Peletakan kipas dilihat dari sisi kanan

Kipas yang digunakan untuk membuat persebaran suhu dan kelembaban merata sebanyak 4. Dua kipas diletakkan disisi kanan, dan dua kipas lagi diletakkan di dua sisi kiri. Sebelum melakukan pengaturan terhadap nyala kipas dan *sprayer*, terlebih dahulu dilakukan analisa data terhadap data yang didapatkan sebelum otomasi.

Setelah analisa selesai, kemudian dilakukan pengaturan nyala kipas dan *sprayer* untuk membuat suhu dan kelembaban tersebar merata di setiap jam untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman.

3.2.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung standard deviasi (S), eror (e) dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$e = \frac{\text{hasil pengukuran} - \text{rata}^2}{\text{hasil pengukuran}} \times 100\% \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

S= Standard Deviasi

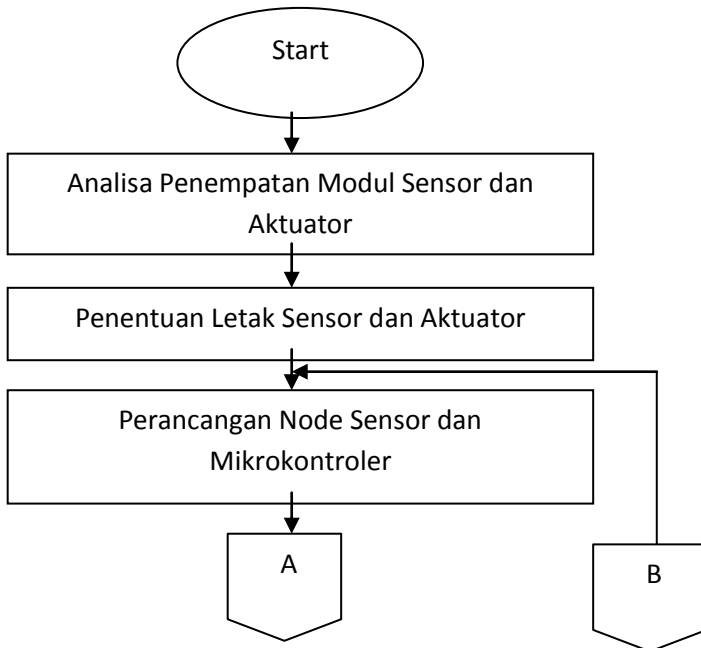
x_i = Nilai sample

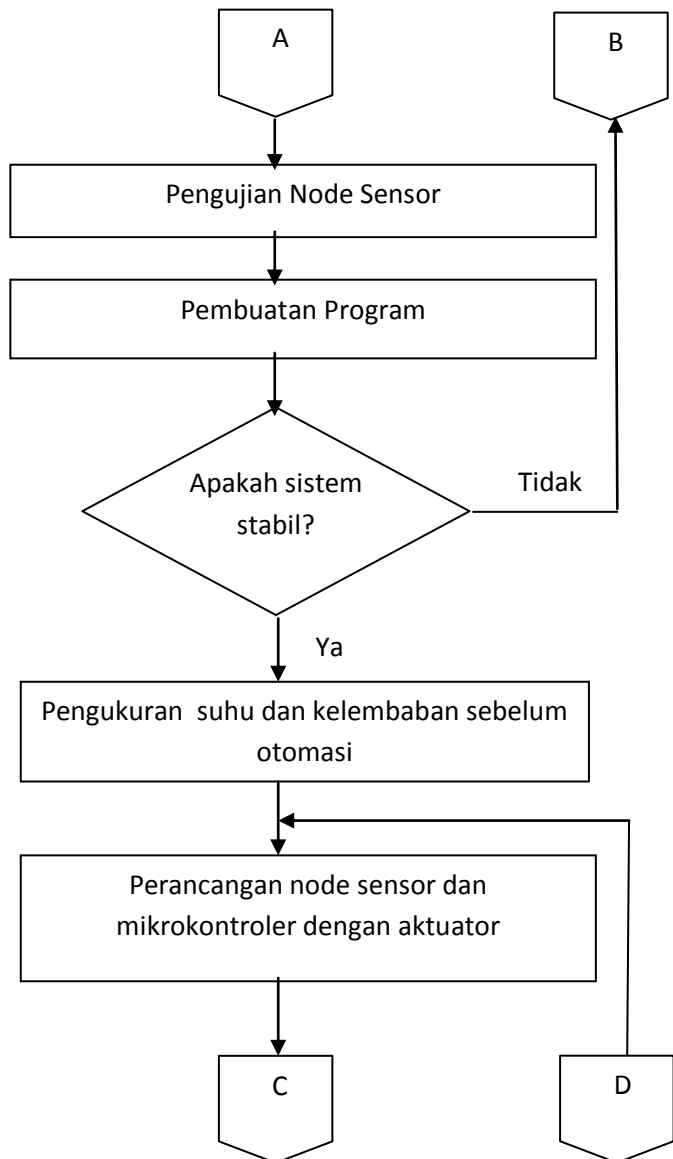
\bar{x} = Nilai rata-rata sample

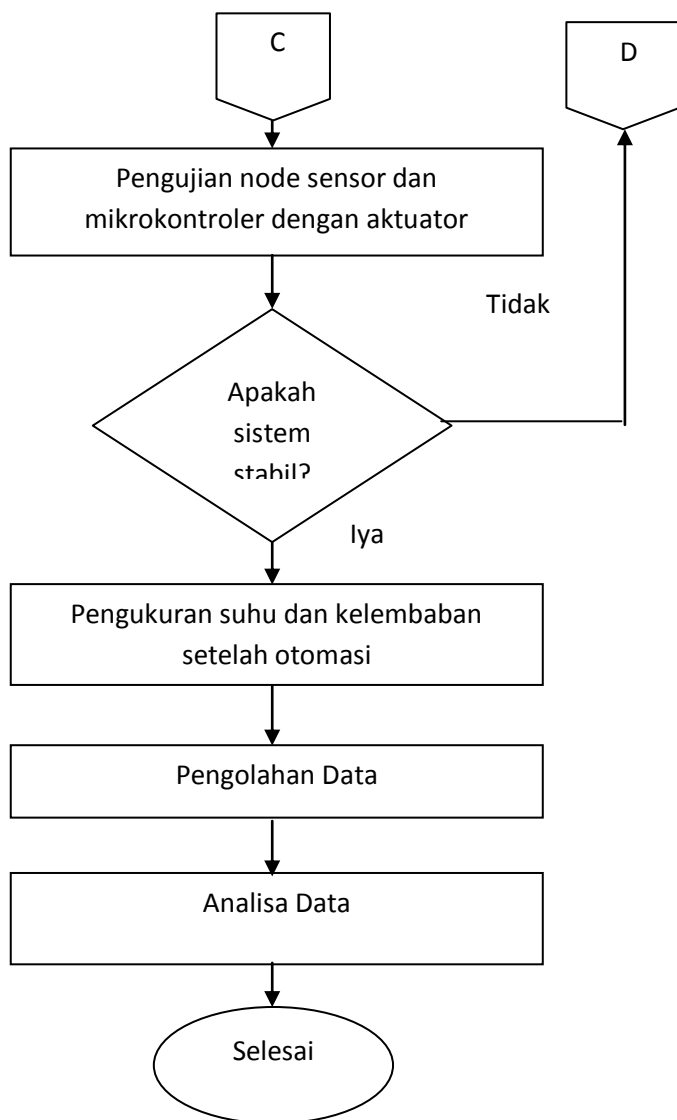
n=Jumlah sampel

e= eror

3.3 Diagram Alir Penelitian







Gambar 3. 9 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

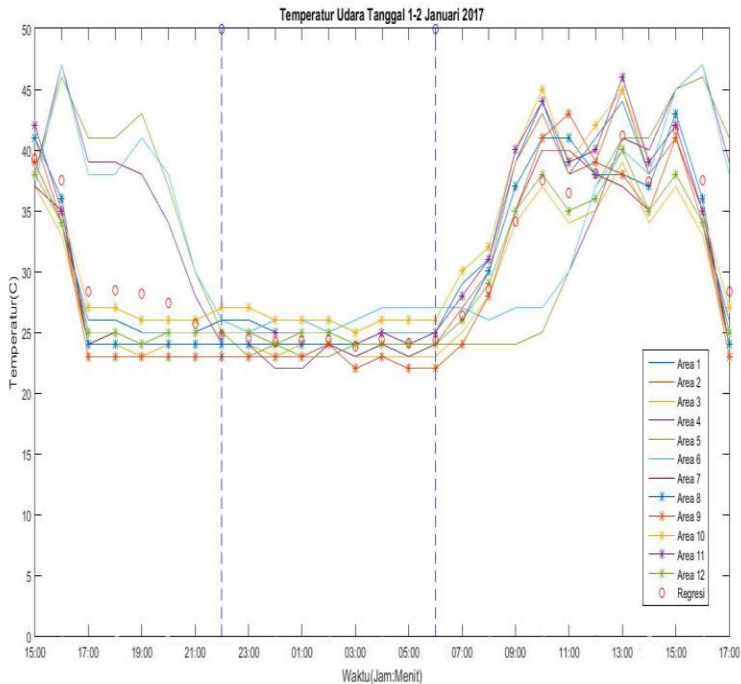
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan selama tiga hari yaitu pada tanggal 29/12/2016 sampai tanggal 30/12/2016 dan pada tanggal 31/12/2016 sampai tanggal 02/01/2017. Pengambilan data dilakukan pada kondisi cuaca yang berbeda-beda. Pada tanggal 29/12/2016 sampai dengan tanggal 30/12/2016 terjadi hujan, sedangkan pada tanggal 31/12/2016 sampai tanggal 02/01/2017 cuaca cerah. Pengambilan data dilakukan selama 24 jam dengan interval 5 detik. Akan tetapi data yang terbaca setiap 5 detik tidak mengalami perubahan yang besar, jadi dilakukan analisa data setiap satu jam.

4.1 Analisa Suhu dan kelembaban udara didalam greenhouse sebelum otomasi

Sebelum dilakukan pengambilan data suhu dan kelembaban udara dengan menggunakan sensor DHT11, dilakukan pengujian kestabilan sensor dengan melakukan pengukuran suhu selama beberapa menit.

Setelah sistem membaca data secara stabil, kemudian dilakukan pengambilan data suhu pada 12 titik pada jam 15.00 sampai jam 15.00 pada hari berikutnya. Setelah dilakukan analisa data terhadap suhu, dibuat tabel 12 titik terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Grafik hubungan suhu dengan waktu

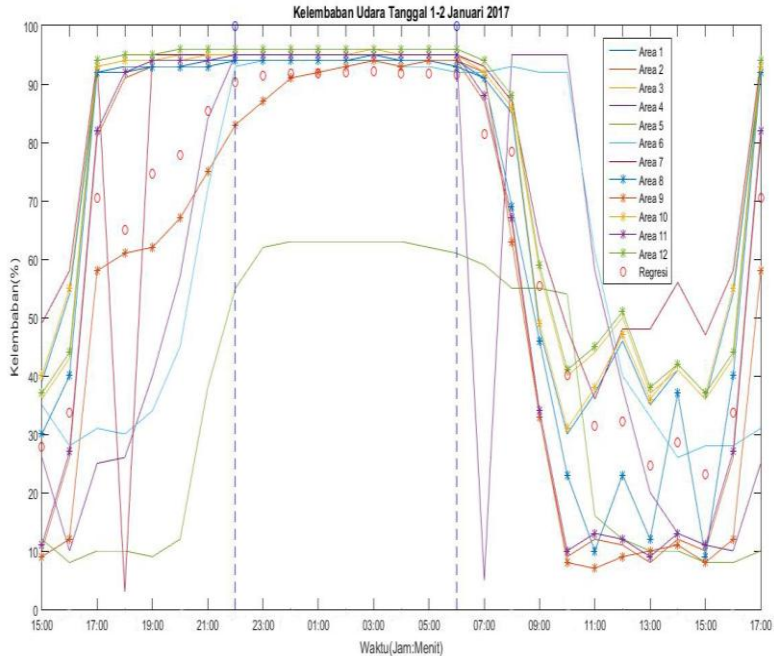
Suhu udara didalam *greenhouse* mengalami perubahan secara signifikan pada jam 15-00 sampai 21.00. Distribusi yang terjadi didalam *greenhouse* sudah cukup merata karena pada line 1 sampai dengan line 12 mempunyai perubahan suhu yang tidak terlalu berbeda selama 24 jam. Perbedaan suhu yang besar terjadi pada line 7, line 8, dan line 9 yaitu area C. pada line 7,8 dan 9 terjadi penurunan suhu yang tidak terlalu besar pada jam 17.00 sampai jam 21.00 dikarenakan perpindahan panas yang terjadi pada line 7,8,9 lebih besar dibandingkan dengan yang lain karena di sebelah selatan *greenhouse* tepatnya disamping line 1,2,3,7,8,9 terdapat *greenhouse* lain yang tentunya berpengaruh terhadap nilai yang didapatkan. Seperti diketahui bahwa perpindahan panas pada *greenhouse* terjadi pada atap, material yang ada pada

greenhouse, dan perpindahan panas yang terjadi dengan tanah. pada area *greenhouse* yang berdekatan dengan area lain akan memperoleh panas yang lebih tinggi dengan sirkulasi udara yang lebih kecil. Tetapi pada line 1,2,3 tidak mengalami penurunan yang kecil pada jam 17.00 sampai dengan 21.00 karena jika dilihat dari bangunan *greenhouse*, pada area ini terdapat lubang yang mengakibatkan angin dapat dengan mudah masuk yang mengakibatkan suhu akan cepat turun ketika matahari tenggelam.

Pada *greenhouse* yang dilakukan pengambilan data, terdapat kebocoran pada area C dan D yaitu pada line 7,8,9 dan 10,11,12 yang mengakibatkan air hujan akan masuk ketika terjadi hujan deras, dan angin juga lebih mudah masuk.

Dari data yang diperoleh, suhu yang terjadi pada jam 21.00 sampai dengan jam 05.00 terjadi kestabilan suhu pada semua line yaitu berada pada rentang suhu 22-25 C, suhu ini baik untuk beberapa tanaman seperti tomat, mentimun, sawi, dll. Suhu pada line 1,2,3 dan 4,5,6 turun pada jam 17.00 dikarenakan pada jam ini matahari mulai terbenam dan berada di bagian barat, sehingga suhu pada bagian timur akan turun. pada line 1,2,3 dan 4,5,6 mengalami kenaikan suhu pada jam 06.00 sampai jam 15.00. Terjadi kenaikan suhu pada jam 06.00 karena pada jam ini matahari mulai terbit dari arah timur yaitu pada line 4,5,6 dan 10,11,12. Sedangkan pada line 1,2,3 dan 7,8,9 mengalami kenaikan suhu pada jam 08.00 saat matahari mulai naik dan panas mulai melakukan persebaran.

Didalam *greenhouse* belum terjadi pemerataan suhu yang baik, karena *greenhouse* yang dibuat belum sesuai dengan standar, sirkulasi yang ada pada *greenhouse* sangat kecil sehingga mengakibatkan suhu yang panas pada saat matahari terbit dan suhu yang rendah pada saat matahari terbenam. Setelah dilakukan regresi terhadap data, diperoleh bahwa pada jam 22:00 sampai jam 06:00 data lebih stabil dan persebaran data lebih merata.



Gambar 4. 2 Grafik hubungan kelembaban udara dengan waktu

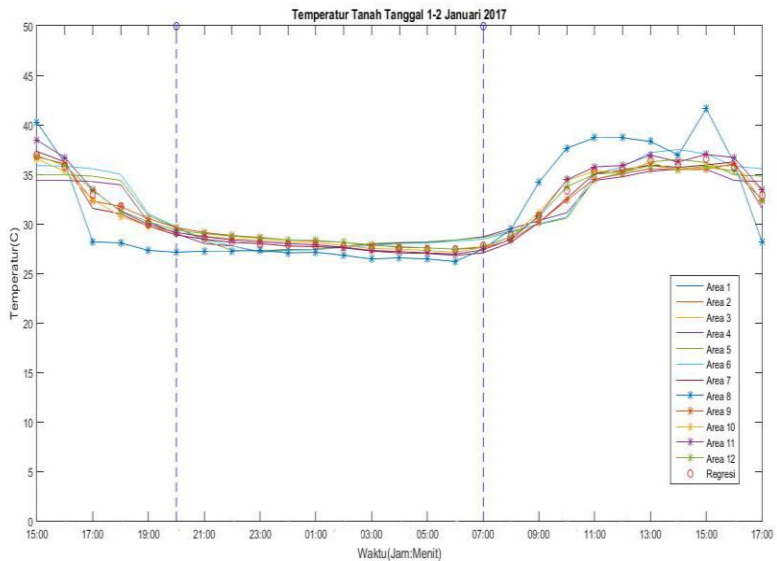
Hubungan suhu dan kelembaban adalah berbanding terbalik, dimana saat suhu tinggi maka kelembaban udara akan rendah, karena kelembaban udara merupakan kandungan air yang terdapat didalam udara, nilai kandungan air akan semakin sedikit jika suhu naik. Pada data yang telah diperoleh, kelembaban stabil pada 22.00 sampai jam 08.00 dikarenakan tidak ada panas yang terjadi, dan suhu udara yang rendah yang mengakibatkan terjadinya embun.

Terjadi perbedaan data yang besar pada line 8. Pada line 8, terdapat kelembaban yang paling kecil dibandingkan dengan yang lain selama 24 jam. Suhu udara yang terjadi pada line 8 yang sangat rendah dibandingkan dengan line lain dapat disebabkan radiasi matahari yang mengenainya tidak terlalu besar. Setelah dilakukan regresi terhadap data, diperoleh bahwa

pada jam 22:00 sampai jam 06:00 data lebih stabil dan persebaran data lebih merata.

4.2 Analisa suhu dan kelembaban tanah didalam greenhouse sebelum otomasi

Pada *greenhouse* yang dilakukan pengambilan data, tidak dilakukan otomasi, jadi penyiraman tanaman dilakukan secara manual pada jam tertentu. Terjadi penyiraman tanaman pada jam 08.00 dan jam 16.00. Pengambilan data dan suhu tanah telah dilakukan dengan data sebagai berikut:



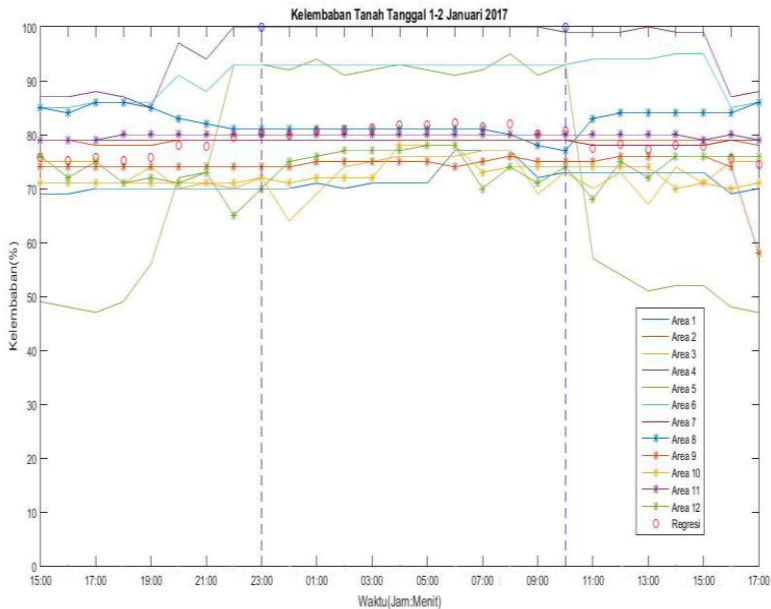
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Suhu Tanah dan Waktu

Suhu dan kelembaban tanah dipengaruhi oleh banyaknya penyiraman air yang terjadi pada *greenhouse* dan besarnya radiasi matahari yang diterima oleh permukaan tanah. Suhu tanah yang berda di *greenhouse* Seperti halnya suhu udara, suhu tanah tertinggi pada *greenhouse* terjadi pada jam 15.00. Pada line 5

penurunan terjadi pada jam 17.00 sedangkan untuk line yang lain penurunan terjadi pada jam 16.00. Sedangkan kenaikannya untuk semua line terjadi pada jam 08.00 sampai jam 15.00.

Selain suhu tanah, kelembaban tanah merupakan iklim yang dikendalikan juga didalam *greenhouse*. Dalam pengambilan data kelembaban tanah, sensor terlebih dahulu di kalibrasi untuk memperkecil eror yang didapat ketika pengambilan data.

Data yang telah diambil dapat disajikan dengan grafik berikut ini:



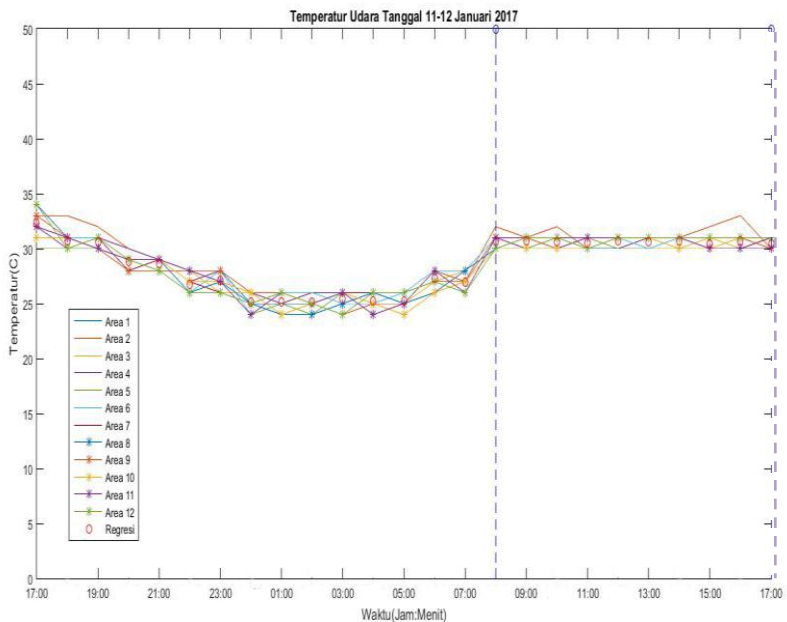
Gambar 4. 4 Grafik perbandingan waktu dengan kelembaban tanah

Kelembaban tanah pada titik selain 8 mengalami perubahan yang tidak besar selama pengambilan data 24 jam. Sedangkan untuk titik 8 nilainya lebih rendah dibandingkan

dengan yang lain pada jam 15.00-19.00 dan naik pada jam 20.00 hal ini dapat diakibatkan karena pada line 8 tidak memperoleh siraman yang cukup baik ketika dilakukan penyiraman tanaman pada jam 08.00 dan 16.00.

4.3 Grafik Suhu dan Kelembaban udara setelah otomasi

Setelah dilakukan pengukuran data setelah optimasi, diperoleh grafik sebagai berikut:

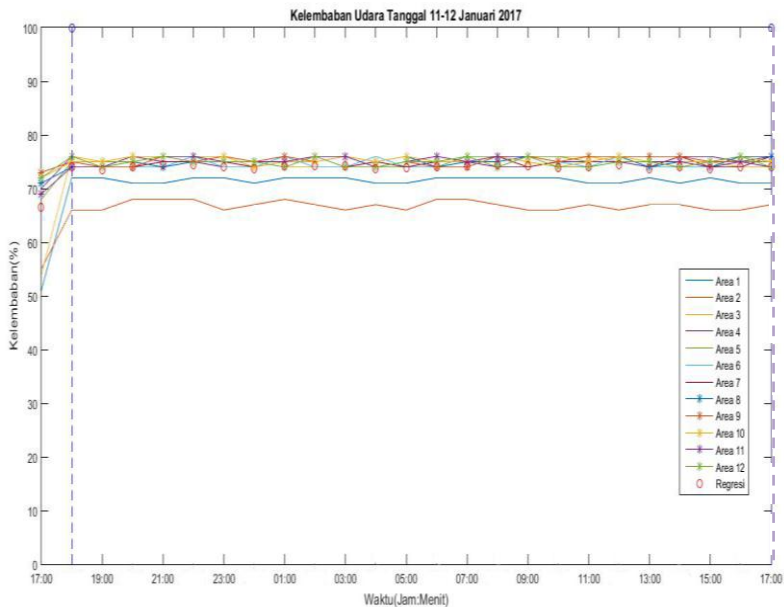


Gambar 4. 5 Grafik perbandingan waktu dengan suhu udara setelah otomasi

Dari hasil otomasi sistem berhasil menurunkan suhu udara pada jam 08:00 sampai jam 15. Dari grafik yang diperoleh pada otomasi berhasil mengoptimalkan persebaran suhu pada rentang 25-30°C. Nilai Suhu udara yang paling stabil adalah pada 07:00

sampai jam 17:00. Akan tetapi jika dibandingkan dengan persebaran suhu udara sebelum otomasi, maka hasil persebaran suhu udara setelah otomasi lebih stabil dan berada pada rentang yang diharapkan yaitu 25-30°C.

Data yang diperoleh setelah otomasi menunjukkan bahwa pada pukul 21:00 sampai pukul 07:00 suhu rata-ratanya adalah 24°C hal ini karena sistem hanya dapat menurunkan suhu udara, akan tetapi tidak dapat menaikkan suhu udara. Suhu udara dapat naik jika terdapat pemanas.



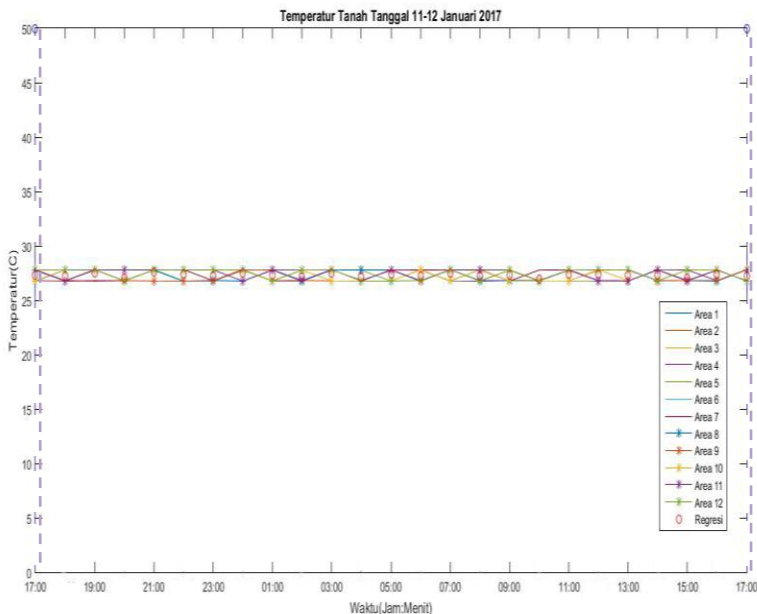
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Kelembaban udara dan waktu

Dari hasil data kelembaban tanah setelah dilakukan otomasi, didapatkan bahwa data stabil dan mengalami error yang sedikit dari jam 18:00 sampai jam 17:00 hari berikutnya. Kelembaban tanah mulai naik pada pukul 17:00 dan mulai stabil pada jam 18:00. Akan tetapi pada line 1,2,3 sprayer tidak bekerja secara

baik sehingga kelembaban tidak dapat mencapai nilai yang diinginkan dan nilai persebarannya tidak sama dengan line yang lain. Jika dibandingkan dengan kelembaban tanah sebelum otomasi, maka sangat berbeda jauh. Data setelah otomasi berhasil membuat kelembaban lebih merata daripada sebelumnya.

4.4 Analisa Suhu dan Kelembaban Tanah Setelah Otomasi

Setelah dilakukan otomasi, didapatkan grafik sebagai berikut:

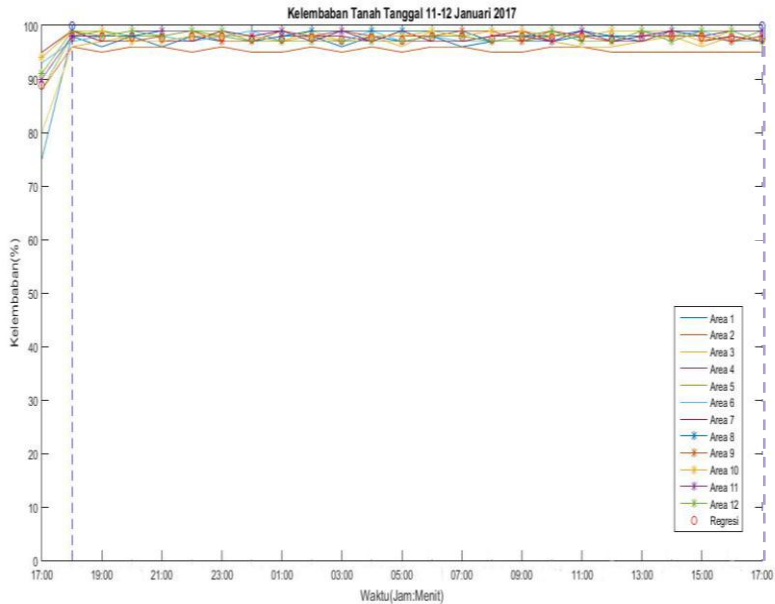


Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Suhu Tanah terhadap Waktu

Berdasarkan grafik diatas, dapat diketahui bahwa nilai suhu stabil dan merata selama satu hari. Hal ini sangat berbeda dengan hasil data yang diperoleh sebelum dilakukan otomasi yang berfluktuasi pada jam 15:00 sampai 20:00 dan pada hari berikutnya pada jam 08:00 sampai jam 15:00. Suhu tanah yang

didapat setelah otomasi sesuai dengan suhu tanah yang diharapkan yaitu pada range 25-30.

Selain suhu tanahnya yang sesuai dengan suhu tanah yang diharapkan, distribusi yang didapatkan setiap jam dalam satu hari juga merata.



Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Kelembaban Tanah terhadap Waktu

Berdasarkan data yang telah diperoleh setelah otomasi, didapatkan bahwa kelembaban tanah stabil mulai jam 18:00 sampai hari berikutnya pada pukul 17:00. Hal ini berbeda dengan data yang diperoleh sebelum otomasi yang mengalami fluktuasi terus menerus selama pengambilan data.

Fluktuasi tersebut dapat dikarenakan karena penyiraman tanaman masih dilakukan secara manual. Sehingga tidak dilihat suhu tanah yang terukur dan yang dibutuhkan oleh tanaman.

4.5 Analisa Persebaran Suhu dan Kelembaban Sebelum dan Setelah Otomasi

Setelah dilakukan pengolahan data dengan mencari nilai standar deviasi dan eror dari data. Kemudian dapat dibandingkan nilai persebaran suhu dan kelembaban sebelum sistem berjalan dan setelah sistem berjalan sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Perbandingan Standar Deviasi Suhu Udara Sebelum dan Sesudah Otomasi

Line	Standar Deviasi Sesudah Otomasi	Standar Deviasi Sebelum Otomasi
1	2,45	7,12
2	2,85	7,71
3	2,15	5,80
4	2,32	8,61
5	2,46	8,84
6	2,42	7,37
7	2,66	6,54
8	2,63	7,30
9	2,48	7,54
10	2,45	7,12
11	2,56	7,71
12	2,72	5,80

Berdasarkan data yang telah diperoleh dapat diketahui bahwa nilai standar deviasi suhu udara turun saat dilakukan otomasi. Nilai standar deviasi merupakan nilai keseragaman data yang diperoleh. Semakin kecil nilai deviasi yang didapat, maka keseragaman data besar.

Pada tiap line mengalami persebaran data yang baik jika dibandingkan dengan nilai persebaran data sebelum otomasi. Selain dibandingkan dengan tiap line, nilai persebaran data juga

baik pada tiap jam. Sehingga nilai suhu udara didalam *greenhouse* cukup seragam di setiap line dan disetiap waktu.

Tabel 4. 2 Perbandingan Standar Deviasi Kelembaban Udara Sebelum dan Sesudah Otomasi

Line	Standar Deviasi SesudahOtomasi	Standar Deviasi Sebelum Otomasi
1	4,15	25,59
2	2,50	37,45
3	4,30	25,59
4	1,28	36,76
5	1,60	24,91
6	1,04	29,99
7	1,11	25,89
8	1,15	33,20
9	0,91	35,68
10	0,90	25,59
11	1,42	37,45
12	0,97	25,59

Berdasarkan data yang diperoleh untuk kelembaban udara sebelum dan sesudah otomasi juga mengalami perubahan nilai standar deviasi yang besar. Nilai standar deviasi kelembaban udara sebelum otomasi sangat besar sehingga persebaran kelembaban udaranya tidak merata pada tiap line dan tiap waktu. Sedangkan nilai standar deviasi setelah dilakukan otomasi kecil sehingga persebarannya merata.

Nilai suhu udara dan kelembaban udara tidak dapat dibandingkan perubahannya. Hal ini dapat disebabkan karena sensor tidak dapat membaca kelembaban dengan baik ketika suhu udara sangat panas sehingga data yang terbaca rendah. Dari data yang diperoleh sebelum otomasi, saat suhu udara mencapai 40°C,

maka kelembaban udara yang terbaca kurang dari 10%. Data kelembaban udara yang terbaca sebelum otomasi sangat fluktuatif sehingga persebaran kelembaban udaranya kurang baik.

Tabel 4. 3 Perbandingan Standar Deviasi Suhu Tanah Sebelum dan Sesudah Otomasi

Line	Standar Deviasi Setelah Otomasi	Standar Deviasi Sebelum Otomasi
1	0,51	3,44
2	0,51	4,01
3	0,49	3,41
4	0,50	3,19
5	0,51	3,48
6	0,50	3,89
7	0,51	3,70
8	0,51	5,38
9	0,49	3,30
10	0,52	3,44
11	0,50	4,01
12	0,50	3,36

Persebaran suhu tanah yang diperoleh sebelum otomasi tidak terlalu besar. Hal ini diakibatkan karena gangguan yang diterima tanah lebih sedikit dibandingkan dengan suhu udara. Nilai keseragaman data suhu tanah tidak terlalu besar akan tetapi terdapat perbedaan yang besar untuk beberapa line. Setelah dilakukan otomasi, dapat dilihat bahwa standar deviasinya sangat kecil sehingga nilai suhu tanah merata pada tiap line dan pada tiap jam.

Tabel 4. 3 Perbandingan Standar Deviasi Kelembaban Tanah Sebelum dan Sesudah Otomasi

Line	Standar Deviasi Setelah Otomasi	Standar Deviasi Sebelum Otomasi
1	4,52	2,38
2	1,56	0,36
3	3,65	3,24
4	1,77	5,65
5	2,14	20,53
6	1,25	3,55
7	1,04	0,40
8	1,80	2,34
9	1,61	3,31
10	1,14	2,34
11	1,83	0,40
12	1,63	3,24

Nilai standar deviasi sebelum otomasi mengalami perubahan yang fluktuatif terutama pada line 5 dengan nilai 20,53. Akan tetapi nilai standar deviasinya kecil untuk line 2 dan line 11. Hal ini dapat mengakibatkan ketidakmerataan pertumbuhan tanaman pada beberapa line. Setelah dilakukan otomasi, nilai standar deviasi mulai mengalami persebaran yang merata tiap line.

Terdapat nilai standar deviasi sebelum otomasi yang besar yaitu pada line 1 dan 3. Hal ini dapat diakibatkan karena performa sensor karena sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban tanah berbeda. Selain sensor yang berbeda dalam melakukan pengukuran suhu dan kelembaban di tanah, juga digunakan sensor yang berbeda untuk tiap line.

Sensor *soil moisture* yang digunakan merupakan sensor analog. Jadi sensor tersebut dapat dengan mudah terkena gangguan dari luar. Berbeda dengan sensor digital yang lebih

bisa mengatasi gangguan dari luar tanpa mengalami perubahan pengukuran.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Suhu udara naik dan kelembaban udara turun pada jam 07.00 dan suhu turun, kelembaban naik pada jam 17.00. Sedangkan suhu tanah naik dan kelembaban tanah turun saat jam 11.00, suhu tanah turun, kelembaban naik pada jam 21.00.
2. Sebelum otomasi persebaran iklim mikronya belum stabil, sedangkan setelah otomasi persebaran suhunya stabil
3. Optimasi dapat dilakukan pada iklim mikro *greenhouse* untuk pertumbuhan tanaman yang lebih baik

5.2 Saran

Dari hasil penulisan tugas akhir ini, untuk penelitian selanjutnya disarankan :

1. Menggunakan alat ukur dengan tingkat ketelitian dan stabilitas yang lebih tinggi agar data yang diperoleh lebih akurat.
2. Memperbaiki kerusakan pada *greenhouse* agar memperoleh data yang maksimal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

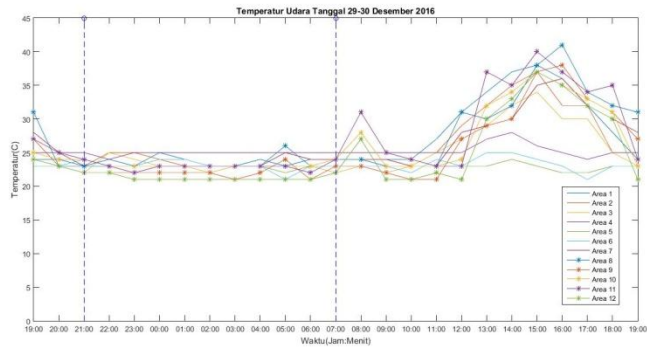
- Ali, M. (2004). Pembelajaran perancangan sistem kontrol PID dengan software MATLAB. 2.
- Amelia, K., Yendri, D., & Aiswarya, R. (2013). *Perancangan sistem monitoring suhu, kelembaban dan titik embun udara secara realtime menggunakan mikrokontroler arduino dengan logika fuzzy yang dapat diakses melalui internet* , 2.
- Andhika Sari, R. A. (2008). *Analisis Distribusi Suhu dalam Bangunan Greenhouse Tunnel Berventilasi Ganda*. Bogor.
- Binus. (2011, 8 fryday). Retrieved 9 Sunday, 2016, from <http://library.binus.ac.id>.
- Briggs, G. B., & Calvin, C. L. (1987). *Indoor Plants*. New York.
- Diansari, M. (2008). Pengaturan suhu, kelembaban, waktu pemberian nutrisi dan waktu pembuangan air untuk pola cocok tanam hidroponik berbasis mikrokontroler AVR ATmega 8535. 5.
- Dwiati, D. M. (2016). M.si. *Tumbuhan C3,C4 dan CAM* , 1-3.
- Erianto, M. (2013). *Agroklimatologi* , 2-3.
- Ferdinando, H. (2012). *Desain PID Kontroler dengan Software Matlab*. 3.
- Handoko. (2003). *Klimatologi* , 3.
- Hariyanto, D. (2009). *Analisis Respon Kontrol PID dengan MATLAB* , 6.
- Inayah, A. N. (2007). *Analisa Lingkungan Dalam Bangunan Greenhouse Tipe Tunnel yang Telah Dimodifikasi di PT. Alam Indah Bunga Nusantara, Cipanas, Cianjur*.
- Ling, F., Hui, L., & Yuee, Z. (2002). *Greenhouse CFD Simulation for Searching the Sensor Optimal Placemnet*. 4.
- Massinai, M. A., Hasanah, N., & Prodi, N. (2011). *Analisis Perubahan Suhu Udara Permukaan Kota Makassar* , 2-3.
- Melo, O. E. (2012). *Komputerisasi Smart Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Bunga Krisan* , 18.

- Munir, M. S. (2010). *Rancangan smart greenhouse dengan teknologi mobile untuk efisiensi tenaga, biaya, dan waktu dalam pengelolaan tanaman* , 1.
ndoware.com. (n.d.). Retrieved 9 9, 2016
- pertanian.uns.ac.id*. (n.d.). Retrieved 9 10, 2016
- Prihanto, D., Suprayitno, S. A., & Phil. (1995). *Atmosfer dan Pemanasan Global* , 16.
- Suwandi. (2003). *Mengenal Tipe-tipe Greenhouse Berdasarkan Iklim* , 5.
- Tamrin. (2005). Desain dan pemodelan sistem kontrol adaptif lingkungan-biologik dalam rumah tanaman. 23.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., & Lilik, S. (2014). *Rancang bangun aktuator pengendali iklim mikro di dalam greenhouse untuk pertumbuhan tanaman sawi* , 2.
- ung. (2012). <http://eprints.ung.ac.id/2384/6/2012-1-54411-611307145-bab2-13082012112517.pdf>. Retrieved 9 6, 2016
- Wei, A., & Cifa, C. (2010). *Green House Environment Monitor* , 1.
- Wijaya, C. E., Iwan, S., & Wahyudi. (2010). *Auto Tuning PID berbasis metode Ziegles-Nichlos menggunakan Mikrokontroler AT89552 pada Pengendali Suhu* , 3.
- www.harborfreight.com*. (n.d.). Retrieved 9 9, 2016
- www.idiytool.com* . (n.d.). Retrieved 9 9, 2016
- zulfa, v. z. (2013). S,pd. *Otomasi greenhouse* , 5.

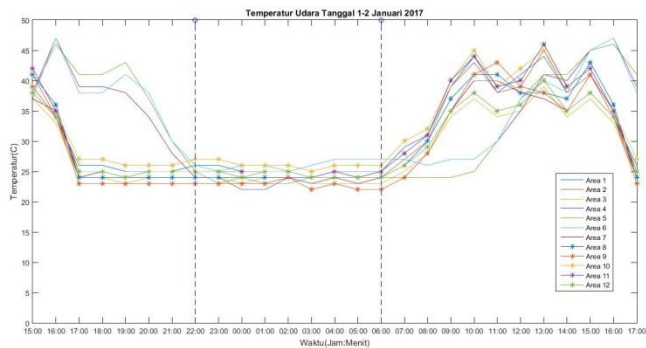
LAMPIRAN A

Hasil Pengukuran Suhu dan Kelembaban Sebelum dan Sesudah Otomasi

1. Pengukuran Suhu Udara sebelum otomasi

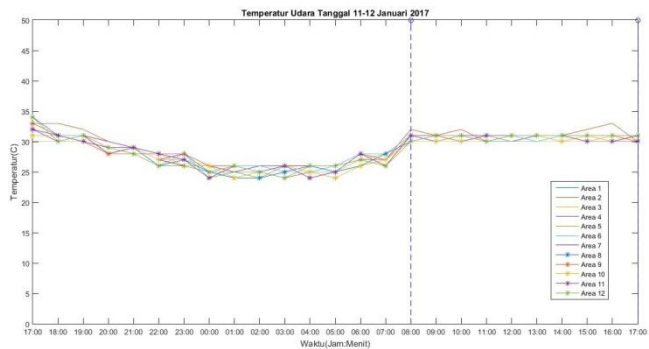


Gambar1. Grafik Suhu udara terhadap waktu (29-30 Desember 2016)



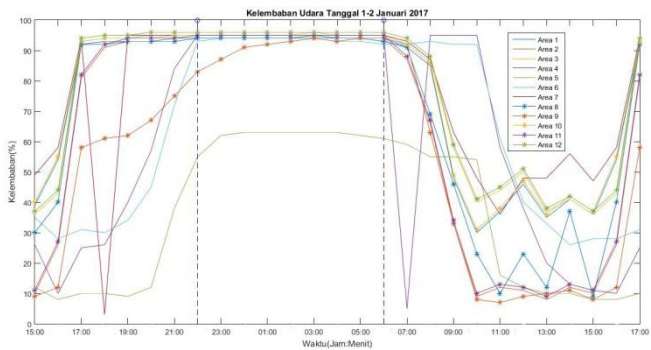
Gambar2. Grafik Suhu udara terhadap waktu (01-02 Januari 2017)

2. Pengukuran Suhu Udara Setelah Otomasi

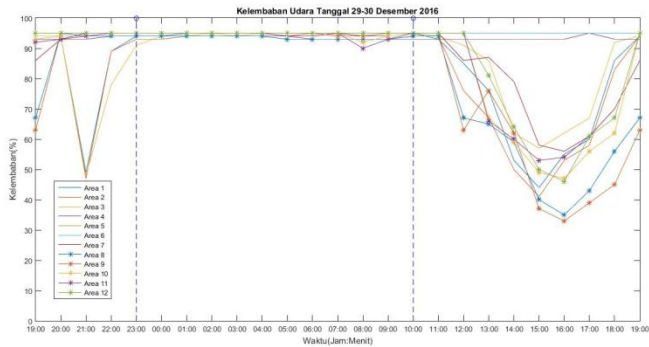


Gambar3. Grafik Suhu udara terhadap waktu (11-12 Januari 2017)

3. Pengukuran Kelembaban Udara Sebelum Otomasi

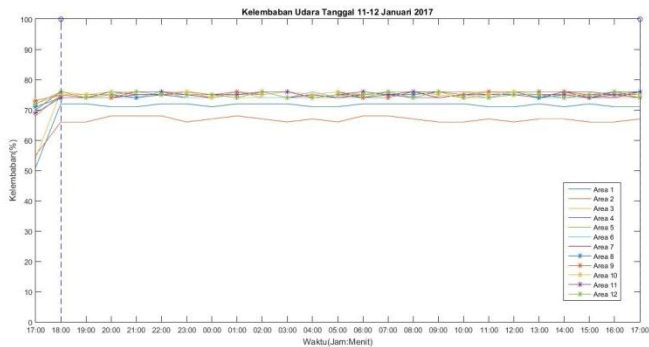


Gambar4. Grafik Kelembaban udara terhadap waktu (29-30 Desember 2016)



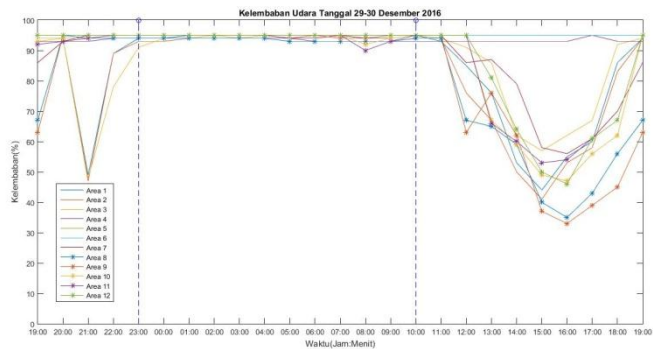
Gambar5. Grafik Kelembaban udara terhadap waktu (01-02 Januari 2017)

4. Pengukuran Kelembaban Udara Setelah Otomasi

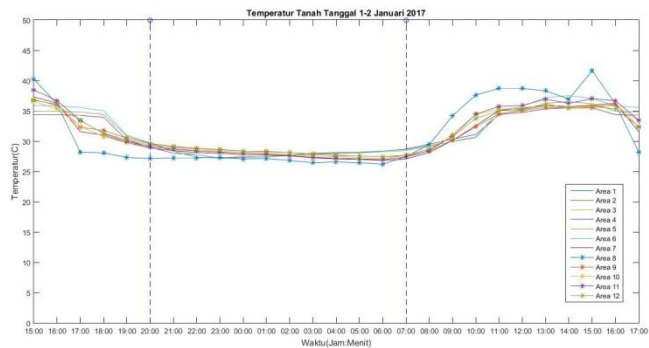


Gambar6. Grafik Kelembaban udara terhadap waktu (11-12 Januari 2017)

5. Pengukuran Suhu Tanah Sebelum Otomasi

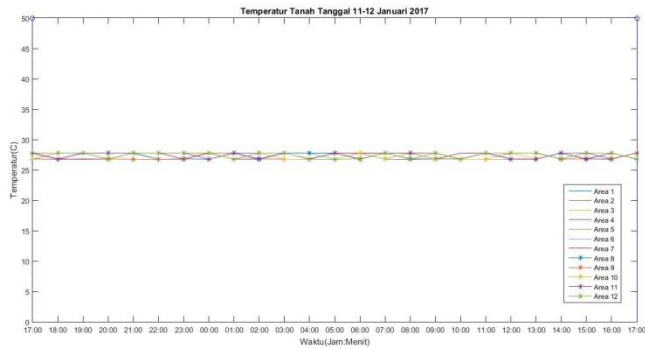


Gambar7. Grafik Suhu tanah terhadap waktu (29-30 Desember 2016)



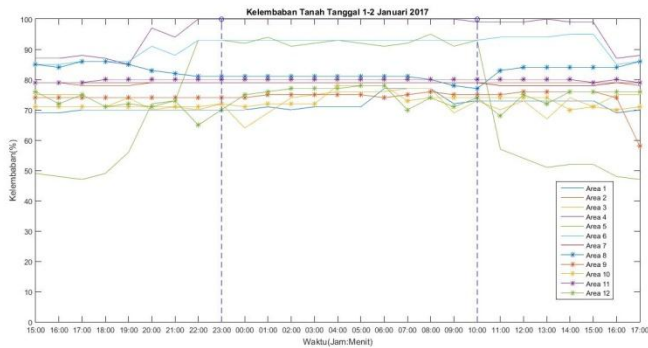
Gambar8. Grafik Suhu tanah terhadap waktu (01-02 Januari 2017)

6. Pengukuran Suhu Tanah Setelah Otomasi

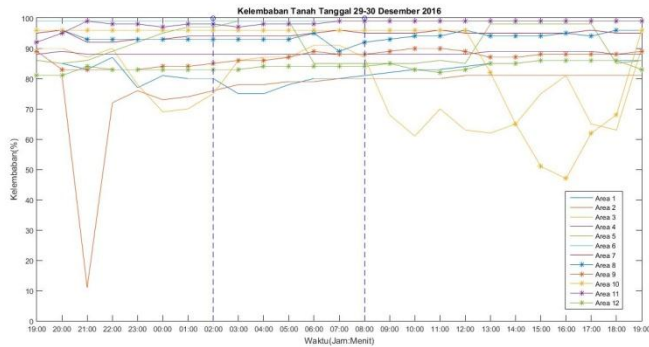


Gambar9. Grafik Suhu tanah terhadap waktu (11-12 Januari 2017)

7. Pengukuran Kelembaban Tanah Sebelum Otomasi

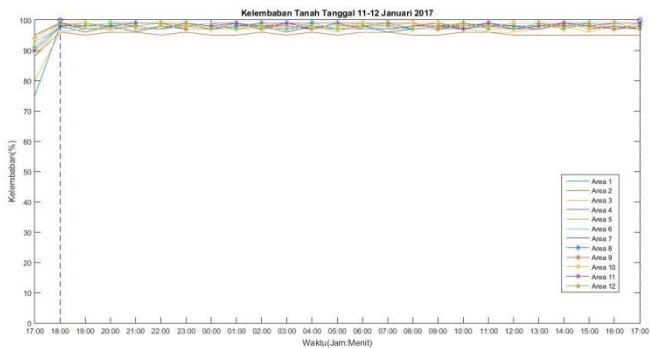


Gambar10. Grafik Kelembaban tanah terhadap waktu (29-30 Desember 2016)



Gambar11. Grafik Kelembaban tanah terhadap waktu (01-02 Januari 2017)

8. Pengukuran Kelembaban Tanah Setelah Otomasi



Gambar12. Grafik Kelembaban tanah terhadap waktu (11-12 Januari 2017)

LAMPIRAN B

Sistem Otomasi *Greenhouse*

1. Tempat Otomasi *Greenhouse*



Gambar 13. *Greenhouse* yang digunakan untuk otomasi



Gambar 14. Node Sensor yang digunakan untuk pengukuran



Gambar 15. Mesin Pompa Air yang digunakan untuk otomatisasi



Gambar 16. *Sprayer* yang digunakan pada otomatisasi



Gambar 17. Peletakan Mikrokontroler dan *Power Supply*

BIODATA PENULIS



Penulis merupakan anak pertama dari lima bersaudara yang dilahirkan di Trenggalek 26 Juli 1995 dari pasangan Saefur Ridwani dan Munwaroh. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MI Miftahul Huda Pakis, SMP Islam Durenan dan SMAN 1 Boyolangu

serta non formal di Pendidikan Al-qur'an (TPA) Pakis. Pada pertengahan 2013 penulis diterima di jurusan Fisika FMIPA ITS melalui jalur sbmptn dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 1113100106. Selama perkuliahan penulis mengikuti berbagai organisasi kemahasiswaan. Beberapa organisasi yang telah diikuti penulis adalah sebagai staff Perekonomian HIMASIKA ITS (2014-2015), staff ahli *Research and Technology Department* HIMASIKA ITS (2015-2016), staff Aplikasi Teknologi BEM ITS (2015-2016), Trainer Keilmiahan BEM ITS (2016-2017). Selain itu penulis juga pernah menjadi Asisten Dosen Fisika Dasar 1 dan 2, Asisten Laboratorium Fisika Dasar 1, Asisten Laboratorium Madya.

Kritikkirimke: vzakiyatuz@gmail.com .

“Halaman ini sengaja dikosongkan”